

Fuel-cell arrangement with tubular cell elements

Publication number: DE19517425

Publication date: 1996-10-17

Inventor: GROEBER JOSEF (DE); RUFF THOMAS (DE)

Applicant: MOTOREN TURBINEN UNION (DE)

Classification:

- international: H01M8/24; H01M8/04; H01M8/24; H01M8/04; (IPC1-7):
H01M8/24

- european: H01M8/24B2; H01M8/24B2M

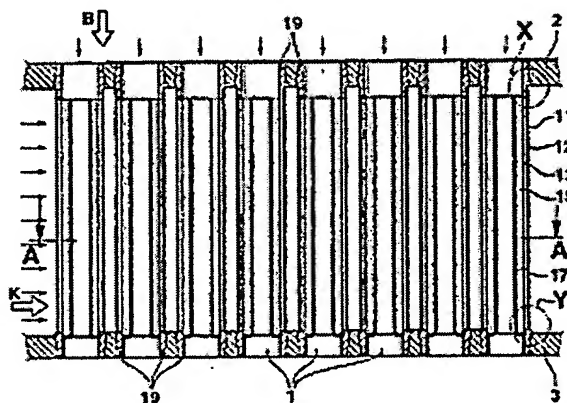
Application number: DE19951017425 19950512

Priority number(s): DE19951017425 19950512

Report a data error here

Abstract of DE19517425

The fuel cell is constructed with a number of tubular fuel elements (1) that are mounted between a pair of current take off plates (2,3) that are of electrically isolating material. The tubes have on the outer surface a cathode (11) and coaxially within this is an anode (13). Between the two is an electrolyte matrix (12). All three elements are cylindrical and are coaxial. Cathode gas (K) flows around the outer cathode surface of the tubes while fuel gas (B) is directed through the tubes and over the anodes.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 195 17 425 C 1

51 Int. Cl.⁸:
H 01 M 8/24

21 Aktenzeichen: 195 17 425.9-45
22 Anmeldetag: 12. 5. 95
43 Offenlegungstag: —
46 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17. 10. 96

DE 195 17 425 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

MTU Motoren- und Turbinen-Union Friedrichshafen
GmbH, 88045 Friedrichshafen, DE

72 Erfinder:

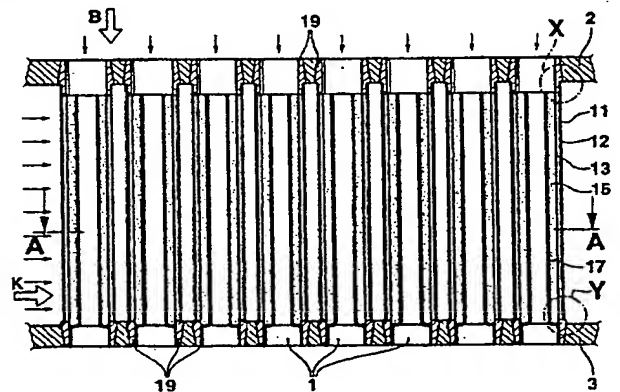
Gröber, Josef, 85640 Putzbrunn, DE; Ruff, Thomas,
81737 München, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

US 52 58 240 A
EP 05 05 184 A1
EP 03 76 436 A1
EP 03 21 069 A1

54 Brennstoffzellenanordnung mit röhrenförmigen Brennstoffzellen

57 Es wird eine Brennstoffzellenanordnung mit einer Anzahl von Brennstoffzellen (1) beschrieben, die jeweils eine Kathode (11), eine Elektrolytmatrix (12) und eine Anode (13) aufweisen, wobei über die Kathode (11) ein Strom eines Kathodengases (K) und über die Anode (13) ein Strom eines Brenngases (B) geführt wird. Gemäß der Erfindung sind die Brennstoffzellen (1) als röhrenförmige Elemente ausgeführt, in denen die Kathode (11), Elektrolytmatrix (12) und Anode (13) koaxial zueinander angeordnet sind. Eines von den Bestandteilen Kathode (11) und Anode (13) ist an der Außenseite der röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) angeordnet und das andere von diesen Bestandteilen an der Innenseite derselben. Die Außenseite der röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) wird von dem einen Gas (Kathodengas (K) oder Brenngas (B)) umströmt und die Innenseite der röhrenförmigen Brennstoffzellen von dem anderen Gas (Brenngas (B) oder Kathodengas (K)).



DE 195 17 425 C 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennstoffzellenanordnung mit einer Anzahl von Brennstoffzellen, die jeweils eine Kathode, eine Elektrolytmatrix und eine Anode aufweisen, wobei über die Kathode ein Strom eines Kathodengases und über die Anode ein Strom eines Brenngases geführt wird.

Bei einer herkömmlichen Brennstoffzellenanordnung, wie sie beispielsweise aus der nicht vorveröffentlichten DE 44 43 688 C1 als bekannt hervorgeht, sind eine Anzahl von einzelnen Brennstoffzellen, die jede eine jeweils in Form eines planaren Elementes ausgebildete Kathode, Elektrolytmatrix und Anode aufweisen, übereinander in Form eines Brennstoffzellenstapels angeordnet. Die einzelnen Brennstoffzellen innerhalb des Brennstoffzellenstapels sind jeweils durch eine Bipolarplatte gastechnisch voneinander getrennt, die gleichzeitig der elektrischen Kontaktierung von Anode und Kathode benachbarter Brennstoffzellen dient. Mit Hilfe der geeigneten entsprechenden Strömungswege bildenden Bipolarplatten werden die Brennstoffzellen von einer Brenngaseinlaßseite zu einer Brenngasauslaßseite von dem Brenngas in einer ersten Richtung quer zu dem Brennstoffzellenstapel durchströmt, wogegen die Brennstoffzellen von einer Kathodengaseinlaßseite zu einer Kathodengasauslaßseite von dem Kathodengas in einer zweiten, üblicherweise zu der ersten Richtung senkrechten Richtung quer zu dem Brennstoffzellenstapel durchströmt werden. Der für das Vorbeiströmen des Brenngases bzw. des Kathodengases an den Anoden bzw. den Kathoden benötigte Gasraum wird dabei von den Bipolarplatten zur Verfügung gestellt. Das Kathodengas und das Brenngas werden über jeweilige Gasverteiler an den Außenseiten des Brennstoffzellenstapels auf die Gaseinlaßseiten und die Gasauslaßseiten der Brennstoffzellen verteilt.

Ein Nachteil bei einer in herkömmlicher Weise in Form eines Brennstoffzellenstapels ausgeführten Brennstoffzellenanordnung besteht in der großen Zahl von hochwertigen Bauteilen, die zu dessen Bildung notwendig sind. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß einzelne Brennstoffzellen oder Bestandteile von Brennstoffzellen nur unter großen Schwierigkeiten austauschbar sind. Schließlich treten bei einer herkömmlich in Form eines Brennstoffzellenstapels ausgeführten Brennstoffzellenanordnung Dichtigkeitsprobleme im Bereich der Gasverteiler auf.

Aus der EP 0 505 184 A1 geht eine Festoxid-Brennstoffzellenanordnung als bekannt hervor, die mit einer Anzahl von zylindrischen Brennstoffzellen ausgebildet ist. Jede Brennstoffzelle umfaßt ein poröses keramisches Rohr, auf dessen äußerem Umfang nacheinander die Luftelektrode, der Festelektrolyt und die Brennstoffelektrode jeweils coaxial zueinander angeordnet sind. Die einzelnen Brennstoffzellenelemente sind nebeneinander angeordnet und durch auf dem Umfang angebrachte Kontaktelemente elektrisch in Serie und parallel geschaltet. Die Brennstoffzellenelemente sind an einem Ende in Bohrungen einer Platte eingesetzt. In das Innere der Brennstoffzellenelemente führen jeweils Versorgungsrohre zur Zufuhr eines oxidierenden Gases. Auf der Unterseite sind die Brennstoffzellenelemente geschlossen, so daß das einströmende Gas umgelenkt wird und über das andere, offene Ende abströmt. Mit den Außenseiten liegen die Brennstoffzelemente in einem von Brenngas durchströmten Raum. Das Brenngas wird über quer zu den Brennstoffelementen verlaufende

poröse Rohre zugeführt. Die aufgezeigte Brennstoffzellenanordnung besteht aus einer großen Anzahl von Bauteilen und ist dadurch in der Herstellung aufwendig.

Die in der EP 0 376 436 A1 aufgezeigte Festoxid-Brennstoffzelle entspricht im Aufbau der vorstehend dargestellten Brennstoffzellenanordnung. Die elektrische Kontaktierung der einzelnen Brennstoffzellen erfolgt durch in Längsrichtung der Brennstoffzellenelemente verlaufende metallische Streifen.

Eine weitere Festoxid-Brennstoffzelle vom gleichen Typ wie die vorstehend aufgezeigten ist in der EP 0 321 069 dargestellt. Dabei sind die einzelnen Brennstoffzellen kreis- oder spiralförmig in einem Zylindergehäuse angeordnet.

Die Festoxid-Brennstoffzelle, wie sie aus der US 5,258,240 A als bekannt hervorgeht, besteht ebenfalls aus Reihen von gegeneinander beabstandeten zylindrischen Brennstoffzellenelementen, die im Innern eines Behälters angeordnet sind. Zwischen einander benachbarten Reihen von Brennstoffzellen erstreckt sich ein elektrischer Leiter, welcher die Brennstoffzellen einer Reihe parallel miteinander und in Serie mit den Brennstoffzellen benachbarter Reihen verschaltet.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es eine Brennstoffzellenanordnung zu schaffen, bei der eine weniger große Anzahl an hochwertigen Bauteilen erforderlich ist.

Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung bei einer Brennstoffzellenanordnung der vorausgesetzten Art dadurch gelöst, daß die Brennstoffzellen als röhrenförmige Elemente ausgeführt sind, in denen die Kathode, die Elektrolytmatrix und die Anode coaxial zueinander angeordnet sind, wobei eines von den Bestandteilen Kathode und Anode an der Außenseite der röhrenförmigen Elemente und das andere von diesen Bestandteilen an der Innenseite der röhrenförmigen Elemente liegt, und daß die Außenseite der röhrenförmigen Brennstoffzellen von dem einen Gas (Kathodengas oder Brenngas) umströmt wird und die Innenseite der röhrenförmigen Brennstoffzellen von dem anderen Gas (Brenngas oder Kathodengas) durchströmt wird. Die Brennstoffzellen sind an ihren Enden jeweils in einer Stromabnahmeplatte gelagert, die gleichzeitig zur Trennung der Gasräume von Kathodengas und Anodengas dient.

Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung ist es, daß die einzelnen Bestandteile der Brennstoffzellenanordnung gegebenenfalls ohne großen Aufwand einzeln ausgetauscht werden können.

Ein weiterer Vorteil ist es, daß zur gastechnischen Trennung der einzelnen Brennstoffzellen und zur elektrischen Kontaktierung derselben keine Bipolarbleche erforderlich sind.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, daß die röhrenförmigen Brennstoffzellen in Form eines Bündels mit parallel zueinander befindlichen Längsachsen angeordnet sind, und daß die röhrenförmigen Brennstoffzellen in ihrem Inneren von dem einen Gas durchströmt werden und das Brennstoffzellenbündel quer zur Längsachse der Brennstoffzellen von dem anderen Gas durchströmt wird.

Durch diese Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung ist auf einfache Weise eine vollständige Trennung der Gasräume an Anode und Kathode möglich, wobei aufgrund des Querstromprinzips nur geringer Aufwand für die Dichtung erforderlich ist.

Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, daß die röhrenförmigen

gen Brennstoffzellen an ihren Enden in jeweils einer Stromabnahmeplatte gelagert sind, wobei die Kathode mit einem Ende einer röhrenförmigen Brennstoffzelle elektrisch verbunden und gegen das andere Ende der röhrenförmigen Brennstoffzelle elektrisch isoliert ist, und die Anode mit dem anderen Ende einer röhrenförmigen Brennstoffzelle elektrisch verbunden und gegen das eine Ende derselben elektrisch isoliert ist.

Gemäß dieser vorteilhaften Ausbildung der erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung erfolgt die Stromabnahme über je eine Stromabnahmeplatte an den Enden der röhrenförmigen Brennstoffzellen. Dies gestattet eine einfache steckbare Kontaktfläche an den Polbereichen der Brennstoffzellen, sowie eine Stromabnahme über einen großen Querschnitt.

Dabei dienen die Stromabnahmeplatten, wie erwähnt, gleichzeitig zur Trennung der Gasräume von Kathodengas und Brenngas.

Dies wird verwirklicht bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, bei der das Brennstoffzellenbündel von einer Umhüllung mit Einlässen und Auslässen für das Brenngas und das Kathodengas umgeben ist, wobei zwischen den Stirnseiten des Brennstoffzellenbündels und der Innenseite der Umhüllung Räume gebildet sind, zwischen denen das eine Gas durch das Innere der röhrenförmigen Brennstoffzellen strömt. Dabei sind die zwischen den Stirnseiten des Brennstoffzellenbündels und der Innenseite der Umhüllung gebildeten Räume durch die Stromabnahmeplatten von Inneren des Brennstoffzellenbündels getrennt.

Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Unteransprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden sollen Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert werden.

Es zeigt

Fig. 1a in einer Querschnittsansicht ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung mit einer Anzahl von röhrenförmig ausgebildeten Brennstoffzellen;

Fig. 1b in der Draufsicht einen Schnitt durch die Brennstoffzellenanordnung von Fig. 1a längs der Schnittebene A-A;

Fig. 2a in zehnfacher Vergrößerung die mit X gekennzeichnete Einzelheit aus Fig. 1a;

Fig. 2b in zehnfacher Vergrößerung die mit Y gekennzeichnete Einzelheit aus Fig. 1a;

Fig. 3a eine Schnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung, bei der eine Anzahl von in einem Bündel angeordneten röhrenförmigen Brennstoffzellen in einer Umhüllung angeordnet ist;

Fig. 3b im Schnitt eine Draufsicht auf die in Fig. 3a gezeigte Brennstoffzellenanordnung entlang der mit A-A gekennzeichneten Schnittebene;

Fig. 4 eine Schnittansicht eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung, bei der eine Anzahl von in einem Bündel angeordneten röhrenförmigen Brennstoffzellen innerhalb einer Umhüllung angeordnet ist, in der mittels einer Gebläseanordnung eine Zirkulationsströmung eines Gemischs von Brenngas und Kathodengas aufrecht erhalten wird.

Bei einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung, welches anhand der Fig. 1a und b, sowie 2a und b beschrieben werden soll, sind eine Anzahl von Brennstoffzellen 1 in Form von röhrenförmigen Elementen ausgebildet. Wie aus den Fig. 1a und 1b ersichtlich ist, sind die röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 mit parallel zueinan-

der verlaufenden Längsachsen in Form eines Bündels angeordnet, wobei die Brennstoffzellen 1 zweier aufeinanderfolgender Reihen gegeneinander versetzt angeordnet sind, vergleiche Fig. 1b. An ihren Enden sind die röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 in Stromabnahmeplatten 2, 3 gelagert. Diese Stromabnahmeplatten 2, 3 können aus einem elektrisch isolierenden oder einem elektrisch leitfähigen Material bestehen, je nach Art der elektrischen Verschaltung der einzelnen Brennstoffzellen 1, wie später noch beschrieben werden wird. Die Platten werden als Stromabnahmeplatten bezeichnet, da vorteilhafterweise die Stromabnahme von den Brennstoffzellen entweder direkt durch sie oder durch in diesen vorgesehene Leitungselemente erfolgt.

Wie am besten aus der in Fig. 2a dargestellten Einzelheit X zu ersehen ist, die einen im Maßstab 1:10 vergrößerten Ausschnitt aus dem oberen Ende der in Fig. 1a ganz rechts dargestellten Brennstoffzelle entnommen ist, enthält jede der röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 eine diese an ihrer Außenseite umgebende Kathode 11, eine weiter innen liegende Anode 13 sowie eine zwischen der Kathode 11 und der Anode 13 eingebettete Elektrolytmatrix 12. Die Kathode 11, die Elektrolytmatrix 12 und die Anode 13 sind jeweils als kreiszylindrische Röhren ausgebildet und coaxial zueinander angeordnet. Wie bei herkömmlichen Brennstoffzellen kann die Kathode 11 beispielsweise aus mit Lithium dotiertem porösem Nickeloxid und die Anode 13 aus einer ebenfalls porösen Nickellegierung bestehen. Die Elektrolytmatrix 12 besteht vorzugsweise aus einem in einem Matrixmaterial eingelagerten Lithium- und Kaliumkarbonatschmelzelektrolyten. Alternativ sind jedoch auch andere Materialien für die Elektroden und die Elektrolytmatrix der Brennstoffzelle 1 möglich. Die Kathode 11 ist durch eine Drahtgewebeeinlage 14 verstärkt, welche der Kathode 11 und damit der röhrenförmigen Brennstoffzelle 1 eine größere Festigkeit verleiht.

Im Inneren der röhrenförmigen Brennstoffzelle 1 ist eine weitere Drahtgewebeeinlage 17 vorgesehen, die ebenfalls in Form einer kreiszylindrischen Röhre ausgebildet und in einem Abstand zu der Anode 13 angeordnet ist. Der zwischen der Drahteinlage 17 und der Anode 13 geschaffene Raum ist mit Pellets 15 aus einem Katalysatormaterial gefüllt. Diese Katalysatorpellets dienen der internen Reformierung des Brenngases.

Am oberen und am unteren Ende einer jeden Brennstoffzelle 1 ist ein konisch ausgebildetes Endstück 19 vorgesehen, das in jeweils ebenfalls konisch ausgebildeten Öffnungen in den Stromabnahmeplatten 2 bzw. 3 gelagert ist. Wie am besten aus Fig. 2a, sowie Fig. 2b, welche die Einzelheit Y am unteren Ende der in Fig. 1a ganz rechts dargestellten röhrenförmigen Brennstoffzelle 1 im vergrößerten Maßstab 1:10 wiedergibt, ersichtlich ist, ist die an der Außenseite der röhrenförmigen Brennstoffzelle 1 befindliche Kathode 11 direkt bis zu dem aus einem leitfähigen Material (Metall) hergestellten Endstück 19 geführt, so daß die Kathode 11 über das Endstück 19 mit der oberen Stromabnahmeplatte 2 elektrisch verbunden ist. Dem gegenüber ist die Anode 13 und die Elektrolytmatrix 12 durch ein aus einem keramischen Material bestehendes kreisringförmiges Isolationselement 16 von dem leitenden Endstück 19 elektrisch isoliert. Desgleichen ist die Drahtgewebeeinlage 17 und die von dieser gehaltene Füllung von Katalysatorpellets 15 gegen das obere Endstück 19 elektrisch isoliert. Andererseits ist die Anode 13 direkt bis in das untere Endstück 19 geführt, welches ebenfalls aus einem elektrisch leitenden Material (Metall) besteht. Desglei-

chen ist die innere Drahtgewebeeinlage 17 bis in das untere Endstück 19 geführt, somit auch mit diesem elektrisch verbunden und von diesem gehalten. Dem gegenüber ist die Kathode 11 an ihrer Unterseite in einem aus einem keramischen Material hergestellten weiteren kreisringförmigen Isolationselement 18 gelagert und durch dieses gegenüber dem Endstück 19 elektrisch isoliert, desgleichen die Elektrolytmatrix 12. Durch das elektrisch leitende Endstück 19 ist somit die Anode 13 mit der unteren Stromabnahmeplatte 3 elektrisch verbunden. Wie in den Fig. 1a und 1b durch die Pfeile dargestellt ist, wird das Innere der röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 von dem Brenngas B durchströmt, wogegen das durch die Anzahl der Brennstoffzellen 1 gebildete Brennstoffzellenbündel quer zur Längsachse der Brennstoffzellen 1 von dem Kathodengas A durchströmt wird. Durch die Stromabnahmeplatten 2 und 3 ist der von dem Kathodengas K durchströmte Raum innerhalb des Brennstoffzellenbündels von dem Raum an den Stirnseiten der röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 hermetisch getrennt, so daß die Ströme des Brenngases B und des Kathodengases K vollständig voneinander getrennt sind. Da die Kathode jeder Brennstoffzelle 1 über das obere Endstück 19 elektrisch mit der oberen Stromabnahmeplatte 2 verbunden ist und die Anode jeder Brennstoffzelle 1 über das untere Endstück 19 mit der unteren Stromabnahmeplatte 3 elektrisch verbunden ist, sind die röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 bei dem in Fig. 1a dargestellten Ausführungsbeispiel elektrisch parallel geschaltet, wobei die obere Stromabnahmeplatte 2 den Minus-Stromkollektor und die untere Stromabnahmeplatte 3 den Plus-Stromkollektor bildet. Alternativ können die Enden der einzelnen röhrenförmigen Brennstoffzellen 1, mit denen die Kathode 11 elektrisch verbunden ist, und die Enden der Brennstoffzellen 1, mit denen die Anode 13 elektrisch verbunden ist, jeweils für Paare von benachbarten Brennstoffzellen abwechselnd entgegengesetzt angeordnet und in den Stromabnahmeplatten 2, 3 elektrisch isoliert gelagert sein. Die elektrische Isolation kann entweder dadurch erfolgen, daß die Stromabnahmeplatten 2, 3 selbst aus einem elektrisch isolierenden Material (Keramik) bestehen, oder durch jeweils an den Endstücken 19 vorgesehene elektrisch isolierende Elemente. Die Kathode 11 und die Anode 13 jeweils zweier benachbarter Brennstoffzellen 1 sind durch Leitungselemente elektrisch so miteinander verbunden, daß die Brennstoffzellen 1 elektrisch in Serie geschaltet sind.

Bei dem in Fig. 3a dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung sind wiederum die röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 mit parallel zueinander befindlichen Längsachsen in Form eines Brennstoffzellenbündels angeordnet, wobei wiederum die Brennstoffzellen 1 mit ihren Enden in Stromabnahmeplatten 2, 3 gelagert sind. Das Brennstoffzellenbündel ist von einer Umhüllung 8 umgeben, welches den Raum, in der sich das Brennstoffzellenbündel befindet, hermetisch nach außen abschließt. Die Stromabnahmeplatten 2, 3 sind mit ihren Enden bis in die Umhüllung 8 geführt, wo sie mittels Isolationselementen 5 gegen die Umhüllung 8 elektrisch isoliert sind. Die Umhüllung 8, die vorzugsweise aus Metall besteht, ist von einem Mantel 4 aus einem thermisch isolierenden Material umgeben. Von der Stromabnahmeplatte 2 ist ein Minus-Anschluß 7 durch die Umhüllung 8 und die thermische Isolierung 4 nach außen geführt, von der Stromabnahmeplatte 3 ist ein Plus-Anschluß 6 durch die Umhüllung 8 und die thermische Isolierung 4 nach au-

Ben geführt.

Durch die Stromabnahmeplatten 2, 3, in denen die röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 mit ihren Enden hermetisch dicht gelagert sind, ist der zwischen den Stromabnahmeplatten 2, 3 befindliche Raum im inneren des Brennstoffzellenbündels von den Räumen an den Stirnseiten des Brennstoffzellenbündels gasdicht getrennt. Die Räume an den Stirnseiten der röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 zwischen jeder Stromabnahmeplatte 2, 3 und den Seitenteilen der Umhüllung 8 sind mit einem Brenngaseinlaß 81 und einem Brenngasauslaß 82 verbunden. Der Raum innerhalb des Brennstoffzellenbündels zwischen den Stromabnahmeplatten 2, 3 ist mit einem Kathodengaseinlaß 83 und einem Kathodengasauslaß 84 verbunden. Beim Betrieb der Brennstoffzellenanordnung wird das Brenngas über den Brenngaseinlaß 81 dem Raum auf der linken Seite des Brennstoffzellenbündels von Fig. 3a zugeführt und strömt von dort durch das Innere der röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 in den Raum auf der rechten Seite des Brennstoffzellenbündels und verläßt von dort die Brennstoffzellenanordnung durch den Brenngasauslaß 82. Das Kathodengas strömt über den Kathodengaseinlaß 83 in den Bereich zwischen den Stromabnahmeplatten 2, 3 und umströmt die Außenseiten der röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 und verläßt die Brennstoffzellenanordnung über den Kathodengasauslaß 84. Auf diese Weise werden die einzelnen röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 nach Art eines Querstromverfahrens durch vollständig hermetisch voneinander getrennte Gasströme beaufschlagt.

Wie aus der Schnittansicht von Fig. 3b zu sehen ist, sind die röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 in einer kreisförmigen Anordnung innerhalb einer zylindrischen Umhüllung 8 vorgesehen. Hierdurch ist eine gute Verteilung der Gasströme, insbesondere des die Außenseiten der röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 umströmenden Kathodengases möglich. Alternativ ist selbstverständlich auch die Anordnung der Brennstoffzellen 1 in einem Brennstoffzellenbündel mit rechteckiger Grundform und eine entsprechende Formgebung der Umhüllung 8 möglich.

Bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung sind wiederum die röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 mit zueinander parallelen Längsachsen in Form eines Brennstoffzellenbündels zwischen zwei Stromabnahmeplatten 2, 3 angeordnet, ähnlich wie bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 3a.

Ähnlich wie bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 3a ist auch bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 4 die eine Stromabnahmeplatte, nämlich die Stromabnahmeplatte 3 mittels elektrisch isolierender Elemente 5 in der Umhüllung 8 gelagert. Zwischen der Stromabnahmeplatte 3 und einem ersten Bereich 8b der Umhüllung 8 ist wiederum ein von dem Inneren des durch die röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 gebildeten Brennstoffzellenbündels hermetisch abgedichteter Bereich gebildet, zu dem ein Brenngaseinlaß 81 führt. Abweichend von dem vorherigen Ausführungsbeispiel ist bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 4 ein zweiter Bereich 8a der Umhüllung 8 so ausgebildet, daß er gleichermaßen die durch die Stromabnahmeplatte 2 gebildete andere Stirnseite des Brennstoffzellenbündels als auch dessen Umfangsbereich umgibt. Der Umfangsbereich des Brennstoffzellenbündels ist durch einen Mantel 25 begrenzt, der eine große Anzahl von Öffnungen aufweist, durch die das Innere des Brennstoffzellenbündels, also der Raum auf der Außenseite der röhrenförmigen Brennstoffzellen 1

zwischen den Stromabnahmeplatten 2, 3 mit dem Raum im Inneren des zweiten Umhüllungs Bereichs 8a in Verbindung steht. Die Stromabnahmeplatte 2 weist eine zentrale Öffnung 27 auf, die mit einer im Inneren des zweiten Umhüllungs Bereichs 8a vorgesehenen Gebläseanordnung 21 in Verbindung steht, welche von einem Motor 22 außerhalb der Umhüllung 8 angetrieben wird. Mittels der Gebläseanordnung 21 kann das die Außenseite der röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 umströmende Gas in einem Kreislauf zirkuliert werden. Der von dem zweiten Umhüllungs Bereich 8a eingeschlossene Raum ist weiterhin mit einem Kathodengaseinlaß 83b sowie einem Brenngasauslaß 82a verbunden. Das über den Kathodengaseinlaß 83b zugeführte Kathodengas K wird durch die Gebläseanordnung 21 innerhalb des von dem zweiten Umhüllungs Bereich 8a umgebenen Raums durch das Brennstoffzellenbündel zirkuliert, wobei es durch die Öffnung 27 in den Bereich zwischen den Stromabnahmeplatten 2, 3 eintritt und diesen durch die Öffnungen in dem Mantel 25 verläßt. Das durch den Brenngaseinlaß 81 in den von dem ersten Umhüllungs Bereich 8b umgebenen Raum geführte Brenngas B strömt durch das Innere der röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 und mischt sich nach dem Austritt durch das in der Stromabnahmeplatte 2 gelagerte Ende der röhrenförmigen Brennstoffzellen 1 in den im Kreislauf zirkulierenden Strom des Kathodengases K, so daß sich ein Brenngas/Kathodengasgemisch ergibt. Das verbrannte Brenngas B wird zusammen mit dem verbrauchten Kathodengas K über den Brenngasauslaß 82a abgeführt.

Am Umfang des Brennstoffzellenbündels ist ein durch einen Ringkörper gebildeter Nutzwärmetauscher 9 vorgesehen, welcher einen Teil der von den Brennstoffzellen erzeugten Wärme als Nutzwärme auskoppelt. Dieser Nutzwärmetauscher 9 kann insbesondere ein katalytischer Brenner sein, welcher die in dem durch das Brennstoffzellenbündel zirkulierenden Brenngas/Kathodengasgemisch enthaltenen restlichen brennbaren Bestandteile durch katalytische Verbrennung nutzbar macht.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellenanordnung mit einer Anzahl von Brennstoffzellen (1), die jeweils eine Kathode (11), eine Elektrolytmatrix (12) und eine Anode (13) aufweisen, wobei über die Kathoden (11) ein Strom eines Kathodengases (K) und über die Anoden (13) ein Strom eines Brenngases (B) geführt wird, wobei die Brennstoffzellen (1) als röhrenförmige Elemente ausgeführt sind, in denen die Kathode (11), Elektrolytmatrix (12) und Anode (13) koaxial zueinander angeordnet sind, wobei das eine von den Bestandteilen Kathode (11) und Anode (13) an der Außenseite der röhrenförmigen Elemente liegt und das andere von diesen Bestandteilen an der Innenseite der röhrenförmigen Elemente liegt, wobei ferner das eine Gas (Kathodengas (K) oder Brenngas (B)) die Außenseite der röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) umströmt, und das andere Gas (Brenngas (B) oder Kathodengas (K)) die Innenseite der röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) durchströmt, wobei die Anoden (13) und Kathoden (11) jeweils mit Elementen für die Abnahme von elektrischem Strom verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) an ihren Enden jeweils in Stromabnahmeplatten (2, 3)

gehalten sind, die auf ihren den Brennstoffzellen (1) zugewandten Seiten einen ersten Gasraum mitbegrenzen, in welchem die Außenseiten der einzelnen Brennstoffzellen (1) liegen, daß die den Brennstoffzellen (1) abgewandten Seiten der Stromabnahmeplatten (2, 3) an zweite Gasräume anschließen, die mit den Innenseiten der Brennstoffzellen (1) kommunizieren.

2. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) in Form eines Bündels mit parallel zueinander befindlichen Längsachsen zueinander angeordnet sind, und daß das eine Gas die röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) in ihrem Inneren durchströmt und das andere Gas das Brennstoffzellenbündel quer zur Längsachse der Brennstoffzellen (1) durchströmt.

3. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) in dem Bündel versetzt zueinander angeordnet sind.

4. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kathode (11) mit einem Ende einer Brennstoffzelle (1) elektrisch verbunden und gegen das andere Ende derselben elektrisch isoliert ist und die Anode mit dem anderen Ende einer Brennstoffzelle (1) elektrisch verbunden und gegen das eine Ende derselben elektrisch isoliert ist.

5. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden der Brennstoffzellen (1), mit denen die Kathode (11) elektrisch verbunden ist, alle in einer Minus-Stromabnahmeplatte (2) gelagert sind, und daß die Enden, mit denen die Anode (13) elektrisch verbunden ist, alle in einer Plus-Stromabnahmeplatte (2) gelagert sind.

6. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden der Brennstoffzellen (1), mit denen die Kathode (11) elektrisch verbunden ist, und die Enden der Brennstoffzellen (1), mit denen die Anode (13) elektrisch verbunden ist, jeweils für Paare von benachbarten Brennstoffzellen abwechselnd entgegengesetzt in zwei Stromabnahmeplatten (2, 3) isoliert gelagert sind, und daß jeweils Kathode (11) und Anode (13) zweier benachbarter Brennstoffzellen (1) elektrisch miteinander verbunden sind, so daß die Brennstoffzellen (1) elektrisch in Serie geschaltet sind.

7. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kathode (11) der röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) eine Drahtgewebeeinlage (14) enthält.

8. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Anode (13) der röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) eine Drahtgewebeeinlage enthält.

9. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Seite der Anode (13) von dieser beabstandet eine Drahtgewebeeinlage (17) vorgesehen ist, und daß in dem Zwischenraum zwischen der Anode (13) und der Drahtgewebeeinlage (17) Pellets (15) eines Katalysatormaterials angeordnet sind.

10. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß jede röhrenförmige Brennstoffzelle (1) an ihren Enden Endstücke (19) aus einem elektrisch leitenden Ma-

terial aufweist, von denen das eine mit der Kathode (11) elektrisch verbunden und gegen die Anode (13) und die Elektrolytmatrix (12) elektrisch isoliert ist, und von denen das andere mit der Anode (13) elektrisch verbunden und gegen die Kathode (11) und die Elektrolytmatrix (12) elektrisch isoliert ist.

11. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Isolierung von Kathode (11) und Elektrolytmatrix (12) gegen das eine Endstück (19) bzw. die elektrische Isolierung von Anode (13) und Elektrolytmatrix (12) gegen das andere Endstück (19) durch ein Keramikisolationselement (16, 18) gebildet ist.

12. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kathode (11) an der Außenseite und die Anode (13) an der Innenseite der röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) angeordnet ist.

13. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Endstücke (19) der röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) konisch ausgebildet und in einer entsprechenden konisch ausgebildeten Öffnung der Stromabnahmeplatten (2, 3) gelagert sind.

14. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Brennstoffzellenbündel von einer Umhüllung (8; 8a, 8b) mit Einlässen (81, 83; 81, 83b) und Auslässen (82, 84; 82a) für das Brenngas (B) und das Kathodengas (K) umgeben ist, wobei zwischen den Stirnseiten des Brennstoffzellenbündels und der Innenseite der Umhüllung (8; 8a, 8b) Räume gebildet sind, zwischen denen das eine Gas durch das Innere der röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) strömt.

15. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen den Stirnseiten des Brennstoffzellenbündels und der Innenseite der Umhüllung gebildeten Räume durch die Stromabnahmeplatte (2, 3) von dem Inneren des Brennstoffzellenbündels getrennt sind.

16. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das andere Gas das Brennstoffzellenbündel zwischen den Stromabnahmeplatten (2, 3) quer durchströmt.

17. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Umhüllung (8a) ein Strömungsweg gebildet ist, auf dem das andere Gas in einem Kreislauf quer zu den röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) durch das Brennstoffzellenbündel zirkuliert.

18. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der Umhüllung (8a) eine Gebläseanordnung (21) zum Zirkulieren des Gases in dem Kreislauf durch das Brennstoffzellenbündel vorgesehen ist.

19. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Brennstoffzellenbündel zwischen einem zentralen Bereich und einem peripheren Bereich quer zu den röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) von dem Gas durchströmbar ist.

20. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Brenngaseinlaß (81) mit dem zwischen der Stirnseite des Brennstoffzellenbündels und dem Inneren der Umhüllung (8b) begrenzten Raum zur Zuführung des Brenngases (B) zum Inneren der röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) gekoppelt ist, daß das

aus dem Inneren der röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) austretende verbrauchte Brenngas (B) mit dem im Kreislauf quer zu den röhrenförmigen Brennstoffzellen (1) zirkulierenden Kathodengas (K) mischbar ist, und daß der Einlaß (83b) für das Kathodengas (K) und der Auslaß (82a) für das verbrauchte Brenngas (B) mit dem Teil des Innenraum im Inneren der Umhüllung (8a) gekoppelt sind, durch den das Kathodengas (K) im Kreislauf durch das Brennstoffzellenbündel zirkuliert, wobei das verbrauchte Kathodengas (K) zusammen mit dem verbrannten Brenngas (B) über den Brenngasauslaß (82a) abführbar ist.

21. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren der Umhüllung (8; 8a, 8b) ein Nutzwärmetauscher (9) zur Auskopplung eines Teils der in der Brennstoffzellenanordnung erzeugten Wärme als Nutzwärme vorgesehen ist.

22. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Nutzwärmetauscher (9) als katalytischer Brenner vorgesehen ist.

23. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Nutzwärmetauscher (9) in Form eines das Brennstoffzellenbündel umgebenden Ringkörpers ausgebildet ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1a

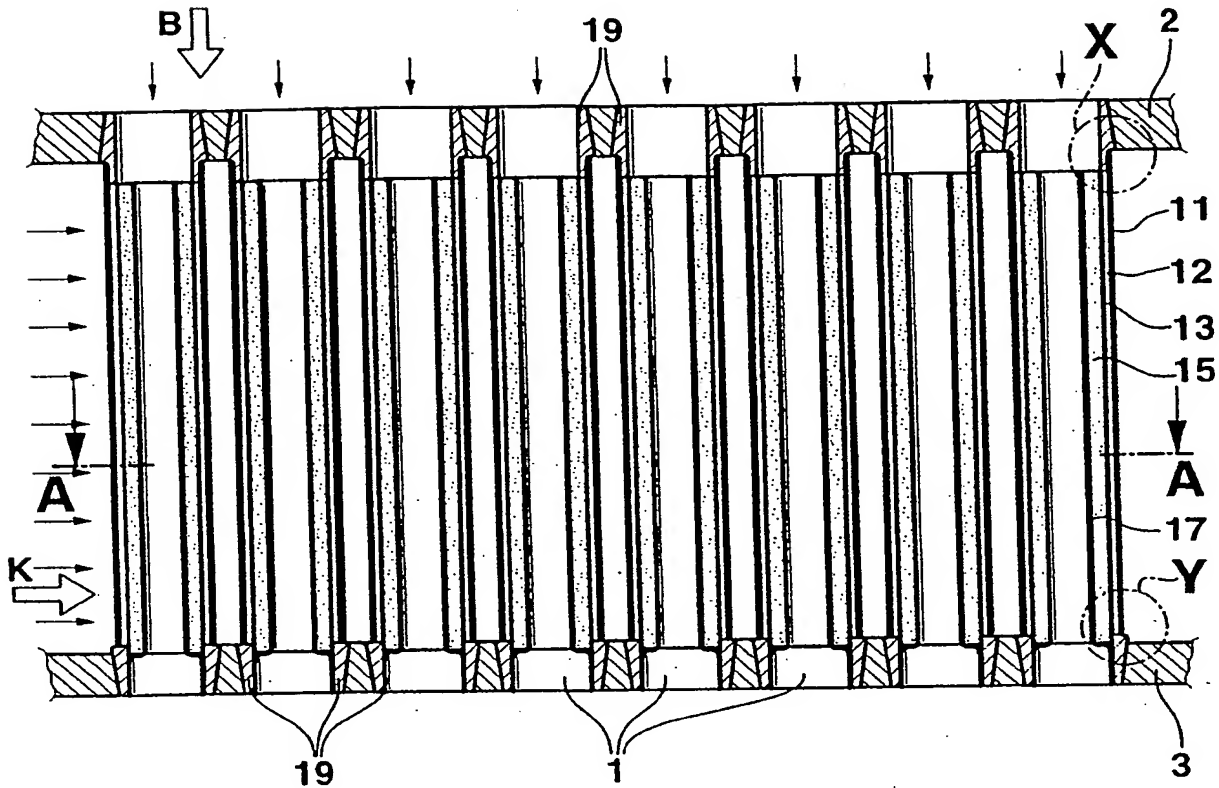


Fig. 1b

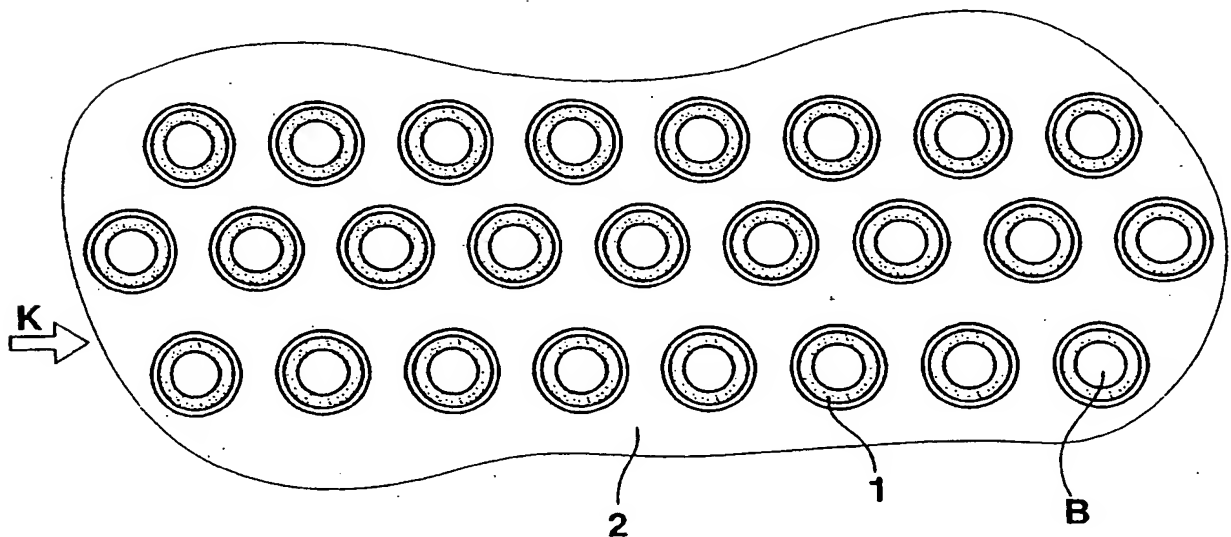


Fig. 2a

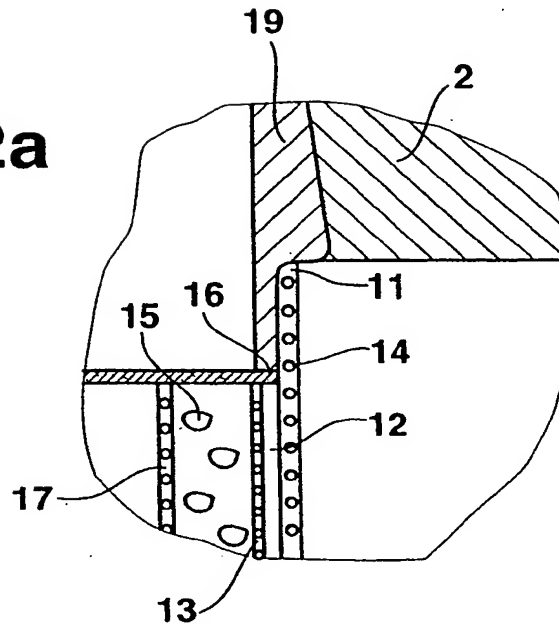


Fig. 2b

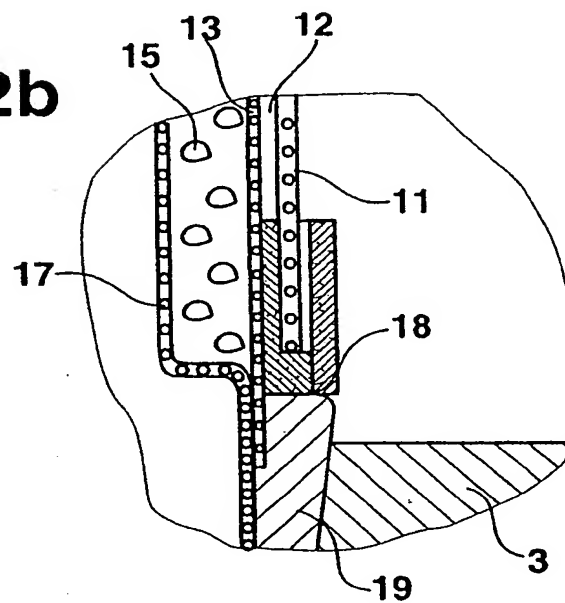


Fig. 3a

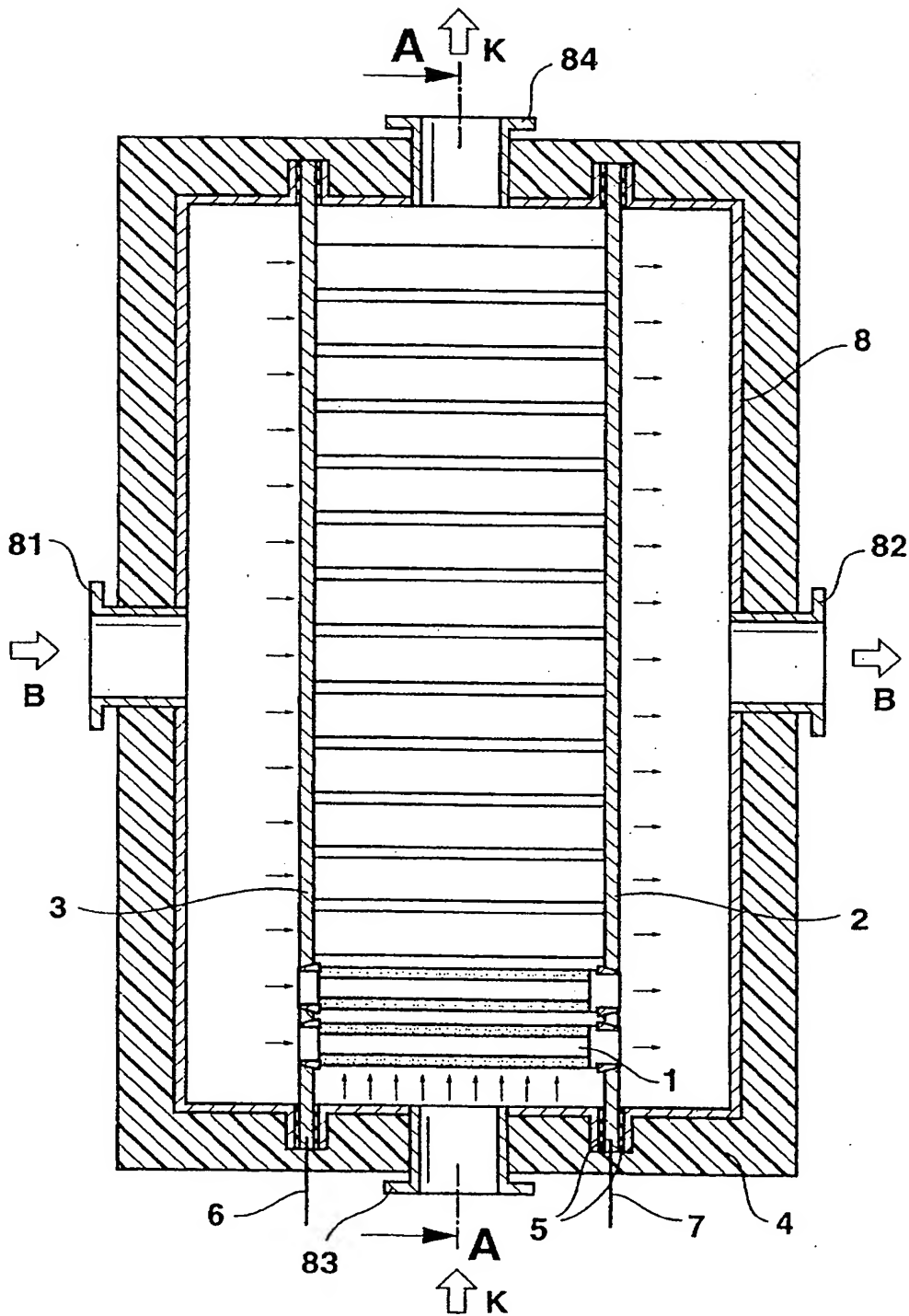


Fig. 3b

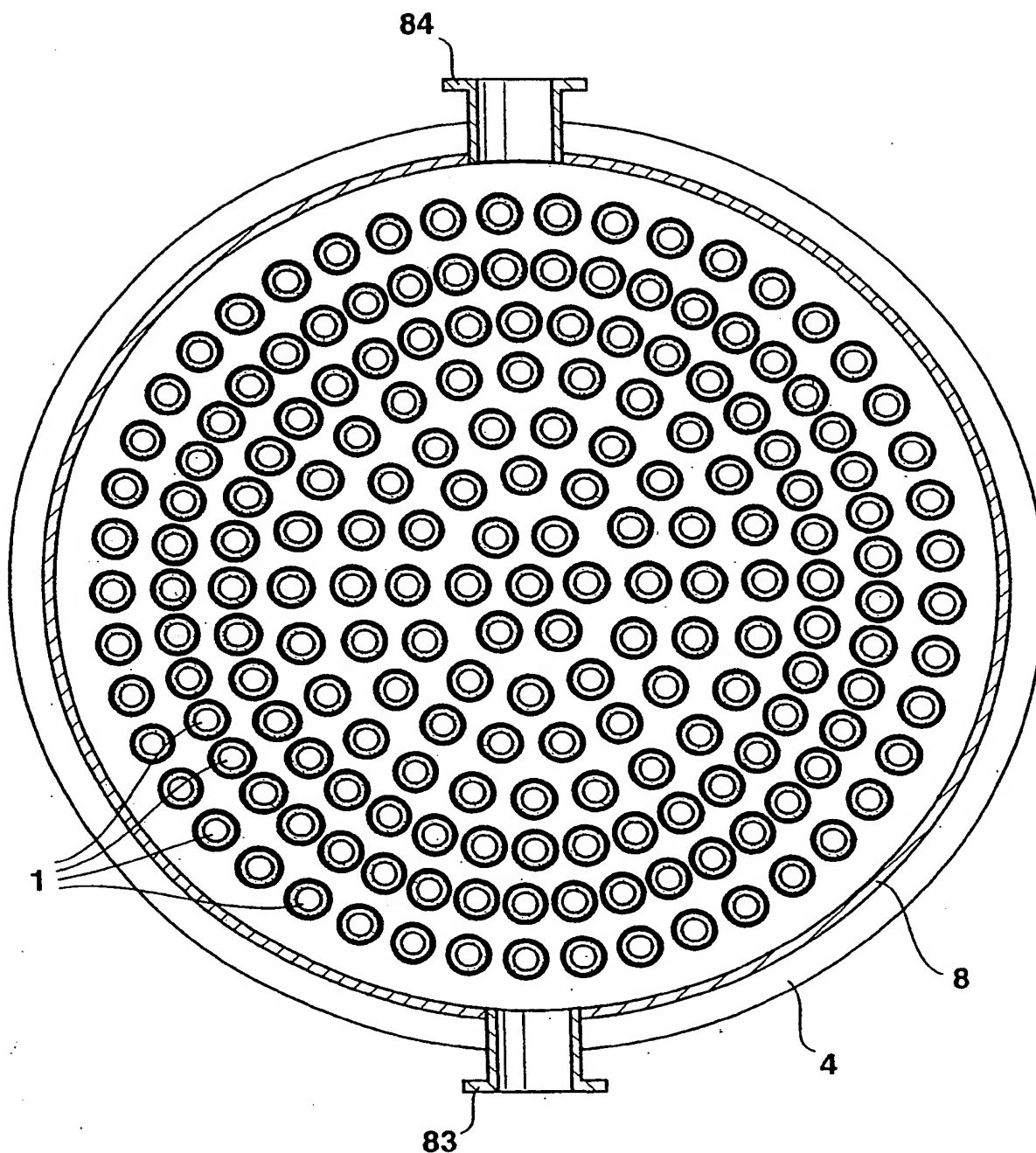
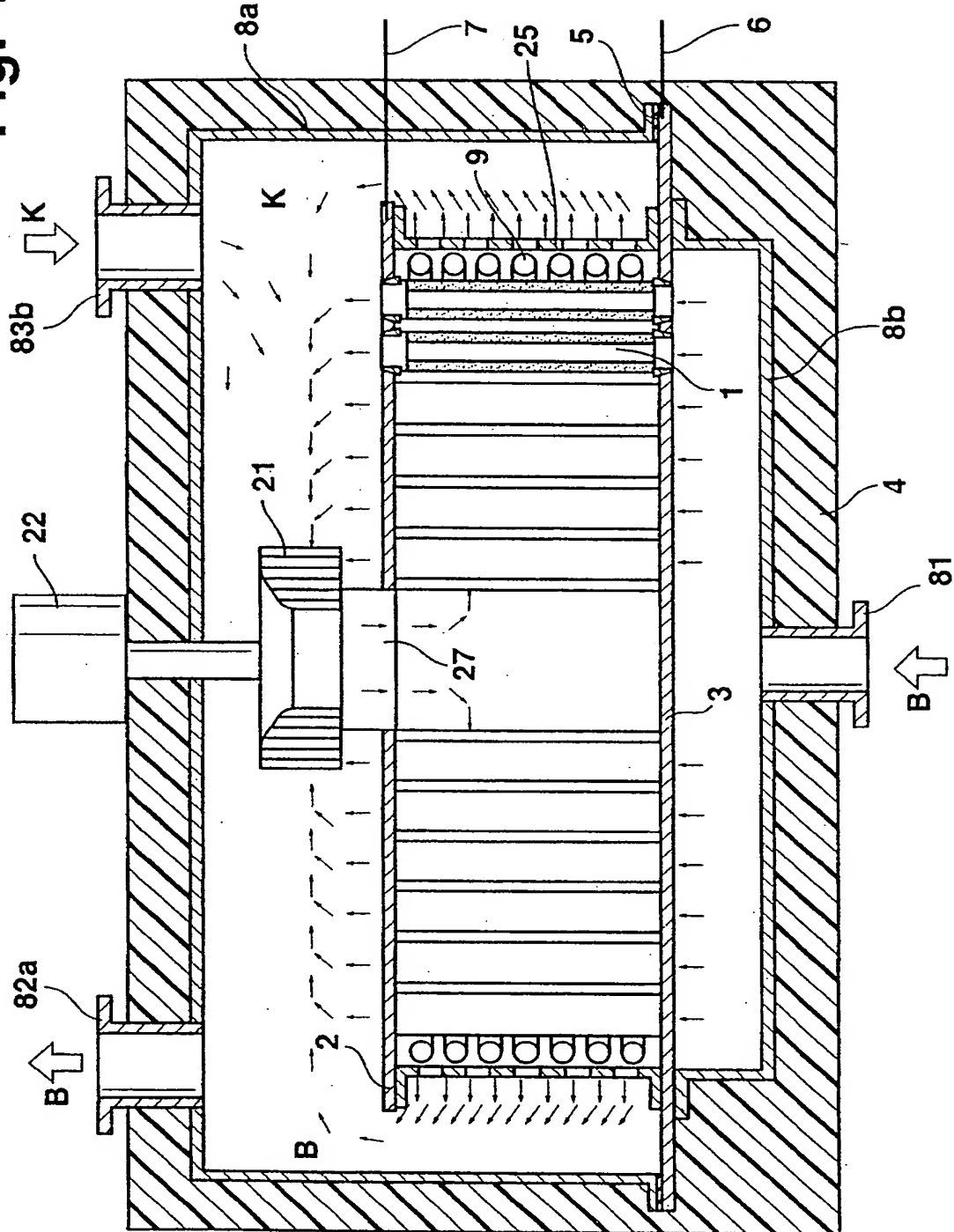


Fig. 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.